

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-323631

(43)Date of publication of application : 08.11.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/13  
B29D 11/00  
G02B 1/02  
G02B 5/00  
G02B 6/12

(21)Application number : 2001-125939

(71)Applicant : SUMITOMO HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 24.04.2001

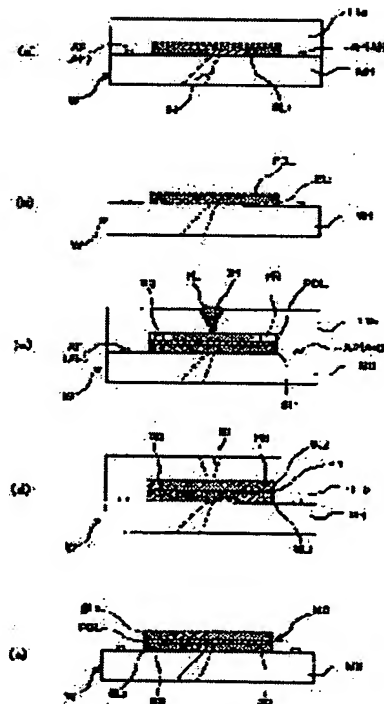
(72)Inventor : HIRATA TORU

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING MICRODEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and apparatus for manufacturing photonic crystal elements, etc., which are capable of inexpensively manufacturing these elements, etc., and are suitable for mass production.

SOLUTION: The optical microdevice has a photonic device layer PDL between a pair of supporting layers SL1 and SL2. In manufacturing this optical microdevice, a thin film-like resin layer PLL is formed on the lower supporting layer SL1, then a ruggedness distribution is imparted to the resin layer PLL by press forming to form the device layer PDL and finally the upper supporting layer SL2 is formed on the device layer PDL. In this method, the main body segment of the optical microdevice can be integrally formed. Since press forming is used at this time, a manufacturing cost can be suppressed lower as compared with the case a lithography process is used and the throughput in a manufacturing process can be enhanced.



## LEGAL STATUS

Date of request for examination]

Date of sending the examiner's decision of rejection]

Kind of final disposal of application other than the

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-323631

(P2002-323631A)

(43)公開日 平成14年11月8日(2002.11.8)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
G 0 2 B 6/13		B 2 9 D 11/00	2 H 0 4 2
B 2 9 D 11/00		G 0 2 B 1/02	2 H 0 4 7
G 0 2 B 1/02		5/00	Z 4 F 2 1 3
5/00		6/12	M
6/12			Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-125939(P2001-125939)

(22)出願日 平成13年4月24日(2001.4.24)

(71)出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(72)発明者 平田 徹

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重

機械工業株式会社平塚事業所内

(74)代理人 100089015

弁理士 牧野 剛博 (外3名)

Fターム(参考) 2H042 AA16 AA18 AA19 AA30

2H047 KA03 KA12 KB04 PA26 PA28

QA05 RA00 TA43

4F213 AH73 WA05 WA53 WA58 WA60

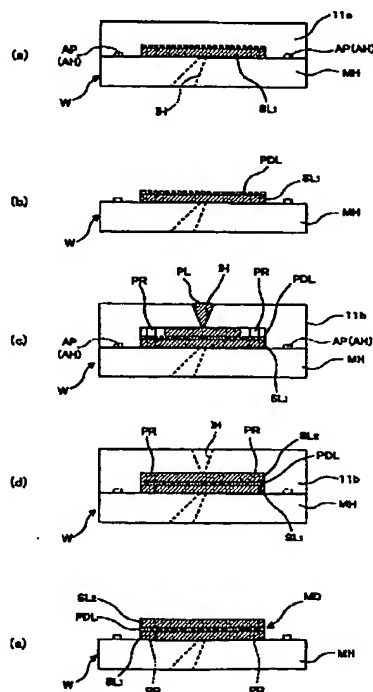
WA63 WA67 WB01

(54)【発明の名称】 マイクロデバイスの製造方法及び装置

## (57)【要約】

【課題】 安価に製造することができ、量産に適する、フォトニック結晶素子等の製造方法及び装置を提供すること。

【解決手段】 光マイクロデバイスは、一対の支持層S L1、S L2の間にフォトニックデバイス層PDLを備える。この光マイクロデバイスの製造に際しては、まず下側支持層S L1上に薄膜状の樹脂層P L Lを形成し、次にプレス成形により樹脂層P L Lに凹凸分布を付与してデバイス層PDLとし、最後にデバイス層PDL上に上側支持層S L2を形成する。この方法では、光マイクロデバイスの本体部分を一括して形成することができる。この際、プレス成形を用いるので、リソグラフィプロセスを用いる場合に比較して、製造コストを低く抑えることができ、製造処理におけるスループットを高めることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 下側支持層とデバイス層とを備えるマイクロデバイスの製造方法であって、前記下側支持層上に前記デバイス層の構成材料からなる薄膜層を形成する工程と、プレス成形により前記薄膜層に所定の立体的形状分布を付与して前記デバイス層とする工程とを備えるマイクロデバイスの製造方法。

【請求項2】 前記薄膜層は、樹脂材料からなる樹脂層であることを特徴とする請求項1記載のマイクロデバイスの製造方法。

【請求項3】 前記デバイス層上に上側支持層を形成する工程をさらに備えることを特徴とする請求項1及び請求項2のいずれか記載のマイクロデバイスの製造方法。

【請求項4】 前記デバイス層は、前記下側支持層及び前記上側支持層の間に、隙間空間を有することを特徴とする請求項3記載のマイクロデバイスの製造方法。

【請求項5】 前記薄膜層は、前記下側支持層及び前記上側支持層の屈折率よりも高い屈折率を有することを特徴とする請求項3及び請求項4のいずれか記載のマイクロデバイスの製造方法。

【請求項6】 前記デバイス層は、導波させる光に対して波長オーダの周期構造を有する領域を備えることを特徴とする請求項5記載のマイクロデバイスの製造方法。

【請求項7】 フォトニック結晶素子を有するマイクロデバイスの製造方法であって、前記フォトニック結晶素子の構成材料からなる薄膜層を形成する工程と、

プレス成形により前記薄膜層に所定の立体的形状分布を付与して少なくとも1つの前記フォトニック結晶素子とする工程とを備えるマイクロデバイスの製造方法。

【請求項8】 マイクロデバイスを構成する下側支持層を形成する下側支持層形成手段と、

前記下側支持層上に前記マイクロデバイスを構成するデバイス層の構成材料からなる薄膜層を形成する薄膜層形成手段と、

プレス成形により前記薄膜層に所定の立体的形状分布を付与して前記デバイス層とするプレス成形手段とを備えるマイクロデバイスの製造装置。

【請求項9】 前記デバイス層上に前記マイクロデバイスを構成する上側支持層を形成する上側支持層形成手段をさらに備えることを特徴とする請求項8記載のマイクロデバイスの製造装置。

【請求項10】 前記下側支持層形成手段及び上側支持層形成手段は、第1及び第2成型型をそれぞれ用いて前記下側支持層及び前記上側支持層をそれぞれ形成し、前記プレス成形手段は、プレス型を用いて前記デバイス層を形成し、前記第1及び第2成型型並びに前記プレス型は、同一のディスク上に設けられていることを特徴とする請求項9記載のマイクロデバイスの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フォトニック結晶素子等の光マイクロデバイスを含む各種マイクロデバイスの製造方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】フォトニック結晶の製造方法として、例えば①EB (electron beam) リソグラフィ及びドライエッチングを組み合わせて2次元フォトニック結晶を製造するもの (Toshihiko Baba et al., "Nanofabrication of GaInAsP/InP 2-dimensional photonic crystals by a methane-based reactive ion beam etching", Physica B, 227, 1996, pp415-418) と、②リソグラフィ技術とともに、ウェハ融着法及び光干渉アライメント技術を用いて3次元フォトニック結晶を製造するもの (野田、「半導体3次元フォトニック結晶」、O plus E, vol.21, No.12, p.1539) と、③超短パルスレーザを用いた光造形法によって3次元フォトニック結晶を製造するもの (三澤、「3次元有機フォトニック結晶の新しい形成法」、O plus E, vol.21, No.12, p.1549) とが存在する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、①や②の方法は、リソグラフィプロセスを用いるため、大規模な製造システムが必要になり、製造コストが高くなる。また、③の方法は、一筆書きの繰り返しになるため、製造のスループットに上限があり、量産に向かないという問題がある。

【0004】そこで、本発明は、安価に製造することができ、量産に適する、フォトニック結晶素子等の各種マイクロデバイスの製造方法及び装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明のマイクロデバイスの製造方法は、下側支持層とデバイス層とを備えるマイクロデバイスの製造方法であって、前記下側支持層上に前記デバイス層の構成材料からなる薄膜層を形成する工程と、プレス成形により前記薄膜層に所定の立体的形状分布を付与して前記デバイス層とする工程とを備える。

【0006】上記方法では、プレス成形により前記薄膜層に所定の立体的形状分布を付与して前記デバイス層とするので、光集積回路等のマイクロデバイスの本体部分を一括して形成することができる。この際、プレス成形を用いるので、リソグラフィプロセスを用いる場合に比較して、製造コストを低く抑えることができる。また、このようにプレス成形を用いるので、形状の一括転写が可能になり、製造処理におけるスループットを高めることができる。

【0007】上記方法の具体的な態様では、前記薄膜層

が樹脂材料からなる樹脂層である。この場合、前記薄膜層を簡易に任意の形状に変形させることができる。

【0008】上記方法の別の具体的な態様では、前記デバイス層上に上側支持層を形成する工程をさらに備える。この場合、前記デバイス層を上下の支持層によって保護することができる。

【0009】上記方法のさらに別の具体的な態様では、前記デバイス層が前記下側支持層及び前記上側支持層の間に隙間空間を有する。この場合、この隙間空間に光のみならず気体や液体である特定の流体を通すことができ、このような特定流体とマイクロデバイスとの間に相互作用を生じさせることができる。すなわち、このような特定流体の状態を検出したり、このような特定流体の流れを調節したりすることも可能になる。

【0010】上記方法のさらに別の具体的な態様では、前記薄膜層が前記下側支持層及び上側支持層の屈折率よりも高い屈折率を有する。この場合、薄膜層からなる前記デバイス層に光を閉じ込めることができ、光導波路等の光素子を形成することができる。

【0011】上記方法のさらに別の具体的な態様では、前記デバイス層が導波させる光に対して波長オーダの周期構造を有する領域を備える。この場合、波長オーダの周期構造を有する領域をフォトニック結晶として活用することができるので、このようなフォトニック結晶の欠陥部分に導波路等のフォトニック結晶素子を形成することができる。

【0012】なお、「フォトニック結晶素子」とは、フォトニック結晶からなる光マイクロデバイスを意味する。ここで「フォトニック結晶」は、伝送対象波長の1/2程度のピッチで屈折率の周期的構造を有していることを特徴としており、構造如何によって、一定周波数帯の光の存在を禁止するフォトニックバンドギャップ(PBG)と呼ばれる現象が出現する。さらに、PBGが現れる周期屈折率構造中に一定の「欠陥」を導入すると、その部分だけ禁制帯効果が失われ、光が存在導波されることになる。このようなフォトニック結晶に形成される導波路は、大きな角度で屈曲させることができる点に特徴がある。

【0013】また、本発明の別のマイクロデバイスの製造方法は、フォトニック結晶素子を有するマイクロデバイスの製造方法であって、前記フォトニック結晶素子の構成材料からなる薄膜層を形成する工程と、プレス成形により前記薄膜層に所定の立体的形状分布を付与して少なくとも1つの前記フォトニック結晶素子とする工程とを備える。

【0014】上記方法では、プレス成形により前記薄膜層に所定の立体的形状分布を付与して少なくとも1つの前記フォトニック結晶素子とするので、少なくとも1つのフォトニック結晶素子を一括して形成することができる。この際、プレス成形を用いるので、リソグラフィ

プロセスを用いる場合に比較して、製造コストを低く抑えることができる。また、このようなプレス成形を用いるので、製造処理におけるスループットを高めることができる。

【0015】また、本発明のマイクロデバイスの製造装置は、マイクロデバイスを構成する下側支持層を形成する下側支持層形成手段と、前記下側支持層上に前記マイクロデバイスを構成するデバイス層の構成材料からなる薄膜層を形成する薄膜層形成手段と、プレス成形により前記薄膜層に所定の立体的形状分布を付与して前記デバイス層とするプレス成形手段とを備える。

【0016】上記装置では、プレス成形手段がプレス成形により前記薄膜層に所定の立体的形状分布を付与して前記デバイス層とするので、マイクロデバイスの本体部分を一括して形成することができる。この際、プレス成形を用いるので、リソグラフィプロセスを用いる場合に比較して、製造コストを低く抑えることができる。また、このようなプレス成形を用いるので、製造処理におけるスループットを高めることができる。

【0017】また、上記装置の具体的な態様では、前記デバイス層上に前記マイクロデバイスを構成する上側支持層を形成する上側支持層形成手段をさらに備える。この場合、前記デバイス層を上下の支持層の間に挟んで保護した構造のマイクロデバイスを形成することができる。

【0018】また、上記装置の別の具体的な態様では、前記下側支持層形成手段及び上側支持層形成手段が、第1及び第2成型型をそれぞれ用いて前記下側支持層及び前記上側支持層をそれぞれ形成し、前記プレス成形手段が、プレス型を用いて前記デバイス層を形成し、前記第1及び第2成型型並びに前記プレス型が、同一のディスク上に設けられている。この場合、連続的に型送りしながらの成形が可能になり、製造装置の小型化や処理の迅速化を図ることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るマイクロデバイスの製造装置及び方法の具体的な実施形態について図面を参照しつつ説明する。

【0020】〔第1実施形態〕図1は、第1実施形態の製造装置の全体構成を説明する図である。この製造装置は、ワークWに射出成形やプレス成形を施す射出プレス装置10と、ワークW上にスピンコートによって薄膜状の樹脂層を形成する成膜装置20と、成膜装置20で形成された樹脂層に仕上げの処理を行う仕上げ装置30と、ワークW上に形成された光マイクロデバイスの入射ポートにレンズを装填するポート加工装置40と、これらの装置10、20、30、40間でワークWを搬送する搬送ロボット51を有する搬送装置50とを備える。

【0021】射出プレス装置10は、ワークW上に射出

成形によって100 $\mu$ m程度の厚さの支持層を形成するための射出成形機能と、ワークW上に成膜された薄膜状の樹脂層を型の押圧によって変形させてパターンを転写するプレス成形機能とを有する。

【0022】成膜装置20は、薄膜層形成手段であり、高速で回転するワークW上に樹脂材料を滴下するスピコートによって、ワークW上に数 $\mu$ m程度の厚さの樹脂層を形成する。この樹脂層は、揮発成分の蒸発等によって硬化する。

【0023】仕上げ装置30は、化学的若しくは機械的な手法によってスピコートした樹脂層のうち周辺の不要部分を除去する。これにより、必要な部分にのみ樹脂層を設けることができるとともに、次のプレス成形工程で樹脂層が適正に加工されるようにしている。

【0024】ポート加工装置40は、光マイクロデバイスの製造の最終段階でこれに形成された入出射ポート用の複数の貫通孔に、GRINレンズ等の円筒形状集光素子を装着することにより、外部コンポーネントとのインターフェースを準備する。

【0025】搬送装置50は、まずワークWを射出プレス装置10に搬送して樹脂製の下側支持層を形成させる。次に搬送装置50は、ワークWを射出プレス装置10から成膜装置20に搬送して下側支持層とは異なる樹脂層を形成させる。次に搬送装置50は、ワークWを成膜装置20から仕上げ装置30に搬送して樹脂層の不要部分を除去させる。次に搬送装置50は、ワークWを仕上げ装置30から射出プレス装置10に搬送して上記薄膜状の樹脂層をプレス成形させることにより、これをフォトニックデバイス層とさせる。さらに、この射出プレス装置10では、フォトニックデバイス層上に樹脂製の上側支持層が形成される。次に搬送装置50は、ワークWを射出プレス装置10からポート加工装置40に搬送してワークW上の光マイクロデバイスの入出射ポートにレンズを装填させる。最後に搬送装置50は、ワークWを射出プレス装置10から搬出する。

【0026】図2は、射出プレス装置10の内部構造を説明する図である。この射出プレス装置は、下側支持層形成手段及び上側支持層形成手段、並びにプレス成形手段を兼ねる多段マイクロ成形装置である。図から明らかなように、射出プレス装置は、射出成形やプレス成形を行うための複数の金型を設けたディスク11と、ディスク11を水平面で回転させる駆動装置12と、ディスク11に設けた各金型と当接してキャビティCAを形成するための成形台MH（ワークWでもある）を支持して昇降移動させる昇降装置13と、ディスク11及び成形台MHによって形成されるキャビティCAに成形台MH側から樹脂PLを注入する第1射出装置14と、キャビティCAにディスク11側から樹脂PLを注入する第2射出装置15とを備える。

【0027】ここで、第1射出装置14は、光マイクロ

デバイスを構成する下側支持層を形成するための樹脂PLを導入するためのホッパ14aと、導入された樹脂PLを溶融加熱する可塑化装置14bと、可塑化装置14bで溶融された樹脂PLを成形台MHに設けた注入口IHからキャビティCA内に射出させる射出装置14cとを有している。第2射出装置15も、光マイクロデバイスを構成する上側支持層を形成するための樹脂PLを導入するためのホッパ15aと、導入された樹脂PLを溶融加熱する可塑化装置15bと、可塑化装置15bで溶融された樹脂PLをディスク11に設けた注入口IHからキャビティCA内に射出させる射出装置15cとを有している。

【0028】図3は、ディスク11の構造を説明する平面図である。このディスク11は、3つの金型部分を有する。

【0029】第1成形型である第1の金型部分11aは、正方形の平坦な窪みであり、光マイクロデバイスを構成する下側支持層を形成する際の射出成形用の金型となる。第1の金型部分11aは、4隅に突起PRを有する。これらの突起PRは、後に光マイクロデバイスの光入射ポートや光出射ポートを形成するためのもので、上述の下側支持層に貫通穴を形成する。

【0030】第2成形型である第2の金型部分11bも、正方形の平坦な窪みであり、光マイクロデバイスを構成する上側支持層を形成する際の射出成形用の金型となる。第2の金型部分11bも、4隅に突起PRを有する。これらの突起PRも、上述の光入射ポートや光出射ポートを形成するためのもので、光マイクロデバイスを構成する上側支持層に貫通穴を形成する。

【0031】以上の両金型部分11a、11bに形成した突起PRは、4隅以外の場所に形成することもできる。すなわち、光マイクロデバイスを構成する光入射ポートや光出射ポートの設計に応じて、上記のような突起PRを適所に配置することができる。

【0032】プレス型である第3の金型部分11cは、マトリックス状に配置された多数の凹部DPからなる転写パターンTPを有する。凹部DPは、フォトニックデバイス層を形成するためのものであり、上述の下側支持層を被覆する樹脂層に立体的形状分布すなわち周期的な凹凸分布を付与する。つまり、これらの凹部の間隔や高さは、数 $\mu$ m程度となっており、プレス成形後の樹脂層には、2次元的なフォトニック結晶が形成される。凹部DPは、原則として格子点に配置されているが、2つのV字状の経路CH1～CH2に沿っては、凹部DPを形成せず欠陥としている。このような欠陥を設けることにより、フォトニック結晶中に導波路を形成することができる。なお、この場合、2つの経路CH1～CH2によって方向性結合器を形成している。また、図面では説明のため凹部DPの寸法や配置を変形して表現しているが、実際の凹部DPは、用途等に応じて図と異なる適当な寸法

や配置とできることは言うまでもない。

【0033】各金型部分11a~11cの周囲には、アライメント用の嵌合穴AHが複数形成されている。これらの嵌合穴AHは、成形台MHに設けたアライメントピンと同一径となっており、各金型部分11a~11cと成形台MHとの正確なアライメントに利用される。

【0034】以上の金型部分11a~11cは、マイクロマシン技術によって形成されたものであり、サブミクロンの形状精度を有する。

【0035】図4及び図5は、図1の装置を用いた光マイクロデバイスの製造方法を説明する図である。

【0036】まず、図4(a)~図4(c)に示すように、射出プレス装置10にて、下側支持層を形成する。具体的には、まず、成形台MHを射出プレス装置10の昇降装置13に固定し、ディスク11を回転させて第1の金型部分11aを成形台MHに対向させる(図4

(a)参照)。次に、金型部分11aと成形台MHを当接させてキャビティCAを形成し、第1射出装置14から注入口IHを介してキャビティCA中に樹脂PLを射出させる(図4(b)参照)。この際、嵌合穴AH及びアライメントピンAPを利用して金型部分11a及び成形台MHのアライメントが行われる。また、金型部分11aや成形台MHは、適当な温度に保持される。次に、キャビティCA中に射出した樹脂PLが硬化した段階で、金型部分11aから成形台MHを離間させる。これにより、成形台MH上に平坦な下側支持層SL1が形成される(図4(c)参照)。

【0037】次に、図4(d)に示すように、成膜装置20や仕上げ装置30にて、平坦な下側支持層上に薄い樹脂層を形成する。具体的には、ワークWすなわち成形台MHを成膜装置20にセットして、下側支持層SL1上にスピコートによって数 $\mu\text{m}$ の厚さの樹脂層PLLを形成する。この樹脂層PLLは、導波させる光に対して透過性を有するが、下側支持層SL1を構成する樹脂よりも屈折率が高くなっている。その後、ワークWは、仕上げ装置30に搬送され、成膜装置20でスピコートした樹脂層PLLのうち周辺の不要部分が除去される。

【0038】次に、図4(e)、図5(a)、及び図5(b)に示すように、射出プレス装置10にて、ワークWに成膜された樹脂層PLLにフォトニック結晶パターンをプレス成形して、フォトニックデバイス層PDLとする。具体的には、まず、成形台MHを射出プレス装置10の昇降装置13に固定し、ディスク11を回転させて第3の金型部分11cを成形台MHに対向させる(図4(e)参照)。次に、金型部分11cと成形台MHを当接させて転写パターンTPを樹脂層PLLに押圧する(図5(a)参照)。この際、嵌合穴AH及びアライメントピンAPを利用して金型部分11c及び成形台MHのアライメントが行われる。また、金型部分11cや成

形台MHは、適当な温度に加熱・保持される。次に、金型部分11cから成形台MHを離間させる。これにより、転写パターンTPに対応する凹凸パターンが樹脂層PLLに転写されてフォトニックデバイス層PDLが得られる(図5(b)参照)。ここで、転写パターンTPの起伏と樹脂層PLLの厚みはほぼ等しいことから、フォトニックデバイス層PDLは、樹脂層PLLを不要な箇所て除去したような孤立した突起の集合体となる。

【0039】次に、図5(c)~図5(e)に示すように、引き続き射出プレス装置10にて、上側支持層を形成する。具体的には、ディスク11を回転させて第2の金型部分11bを成形台MHに対向させるとともに、この金型部分11bに成形台MHを当接させてキャビティCAを形成し、第2射出装置15から注入口IHを介してキャビティCA中に樹脂PLを射出させる(図5(c)参照)。この樹脂PLは、下側支持層SL1と同一の屈折率を有しており、樹脂層PLLよりも屈折率が低くなっている。樹脂PLの射出に際しては、嵌合穴AH及びアライメントピンAPを利用して金型部分11b及び成形台MHのアライメントが行われる。また、金型部分11bや成形台MHは、適当な温度に保持される。この結果、キャビティCAの上部すなわちフォトニックデバイス層PDL上部が樹脂PLで満たされる(図5(d)参照)。次に、キャビティCA中に射出した樹脂PLが硬化した段階で、金型部分11bから成形台MHを離間させる。これにより、フォトニックデバイス層PDLを平行平板状の一对の低屈折率の下側支持層SL1及び上側支持層SL2でサンドイッチした構造の光マイクロデバイスMDが成形台MH上に形成される(図5(e)参照)。ここで、上側支持層SL2は、樹脂PLの射出圧を適当な条件に設定することで、フォトニックデバイス層PDLの微細な立体的形状分布のパターン内部にほとんど入り込まないようにすることができる。この結果、フォトニックデバイス層PDLは、下側支持層SL1及び上側支持層SL2の間に、立体的形状分布パターンに対応してこれを反転した隙間空間を有することになる。なお、以上の例では両支持層SL1、SL2の間に隙間空間を形成しているが、上側支持層SL2の射出成形に際して樹脂PLの射出圧を調節することにより、上記のような隙間を埋めるように樹脂PLを充填することもできる。

【0040】その後、光マイクロデバイスMDを成形台MHから分離すると、突起PRに対応する部分に、貫通孔が形成される。この貫通孔には、ポート加工装置40にて、樹脂層PLLと同一屈折率の樹脂が充填される。このようにして得られた光マイクロデバイスMDは、フォトニック結晶素子であり、上記貫通孔に対応して一对の入射ポートと一对の出射ポートとを備える微小な方向性結合器となる。

【0041】〔第2実施形態〕図6は、第2実施形態の

製造方法によって形成した光マイクロデバイスの構造を説明する断面図である。この光マイクロデバイスは、2次元的なフォトニックデバイス層を2段に形成した集積型のデバイスである。つまり、高屈折率の一对のフォトニックデバイス層PDL21、PDL22を低屈折率の3つの支持層SL21～SL23で交互に積層した構造となっている。なお、各支持層SL21～SL23には、光の入射用のポートPOが設けられている。

【0042】図6の光マイクロデバイスは、図4及び図5に示す製造工程を繰り返すことで、簡易に作製することができる。すなわち図5(e)の工程を経て下層側のデバイスを完成した後に、図4(d)、図4(e)、図5(a)～図5(e)と同様の工程を繰り返すことにより、フォトニックデバイス層を2段或いはそれ以上の多層に形成することができる。

【0043】〔第3実施形態〕図7は、第3実施形態の製造方法によって形成した光マイクロデバイスの構造を説明する断面図である。この光マイクロデバイスは、複数のフォトニック素子からなる集積型のデバイスである。つまり、図3(a)の第3の金型部分11cに形成する転写パターンTPを適宜変更することで、フォトニックデバイス層PDL3に形成する突起パターンDPの配列を制御することができるので、フォトニックデバイス層PDL3に所望の結合器、合波器、導波路等を任意に組み合わせたものを形成することができる。

【0044】〔第4実施形態〕図8は、第4実施形態の製造方法によって形成した光マイクロデバイスの構造を説明する断面図である。この光マイクロデバイスは、フォトニックデバイス層を能動素子としたものである。つまり、フォトニックデバイス層PDLをサンドイッチした支持層SL1、SL2のうち上側の支持層SL2の上部に抵抗体からなるベルチエ素子のような加熱素子HDを設けている。この結果、フォトニックデバイス層PDLの温度を制御することができるようになり、フォトニックデバイス層PDLに設けた方向性結合器にスイッチ機能を持たせることができる。

【0045】以上のような集積型の光マイクロデバイスは、波長多重通信(Dense Wavelength Division Multiplexing: DWDM)に利用することができる。DWDMでは、1本の光ファイバ内に多くの波長の異なる信号を流し、大容量化を図っているが、かかる通信のネットワーク化を効率的に進めるためには、局所地域においても、これら異波長信号の合波、分波、スイッチング等に必要な各種素子からなる微小サイズの光集積回路を敷設して行く必要がある。フォトニック結晶から形成した上記実施形態のような光マイクロデバイスは、光路を大きく曲げても損失がほとんど生じないので、光素子自体をコンパクトに形成することができ、さらに、光集積回路の集積度を高めやすい。つまり、以上の実施形態で説明した光マイクロデバイスの製造方法により、低コストかつ高

スループットで小型の光集積回路を量産できるので、DWDMを利用した通信網の局所地域における全光化を進めることができる。なお、フォトニックデバイス層PDLの形成に際しては、DWDMの各波長に対応する周期でフォトニック結晶のパターンを形成する。これにより、異波長信号の合波、分波、スイッチング等が可能になる。

【0046】以上、実施形態に即して本発明を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、下側支持層SL1及び上側支持層SL2は、射出成形に限らず、他の方法例えばプレス成形等によっても形成することができる。

【0047】また、上記実施形態で形成したフォトニックデバイス層PDLは、その立体的な凹凸形状を変更することにより、他のマイクロデバイス層とすることができる。例えば金型部分の転写パターンをDNAを含む媒体チャンネルに対応する形状にすることにより、デバイス層にマイクロチャンネル等を形成することができ、両側の支持層或いはその外側にセンサを設ければDNAチップとすることができる。

【0048】その他同様に、バイオケミカル分野等における各種分析・処理を一括して行うラブ・オン・チップ、ガスや流体の分析を行うマイクロ・クロマトグラフィ・デバイス等を形成する際に、上記実施形態の射出プレス装置10等で実現した多段マイクロ成形技術とマイクロ・ホット・エンボシング技術との組み合わせを活用することができる。さらに、上記実施形態のような多段マイクロ成形技術とマイクロ・ホット・エンボシング技術との組み合わせは、マイクロ・ポンプ、マイクロ光センサ、各種パワーMEMSパーツ等の作製に活用することができる。

【0049】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明に係るマイクロデバイスの製造方法及び装置によれば、プレス成形により前記薄膜層に所定の立体的形状分布を付与して前記デバイス層とするので、マイクロデバイスの本体部分を一括して形成することができる。この際、プレス成形を用いるので、リソグラフィプロセスを用いる場合に比較して、製造コストを低く抑えることができる。また、プレス成形を用いるので、製造処理におけるスループットを高めることができる。

【0050】また、本発明に係る別のマイクロデバイスの製造方法によれば、少なくとも1つのフォトニック結晶素子を一括して形成することができ、リソグラフィプロセスを用いる場合に比較して、フォトニック結晶素子の製造コストを低く抑えることができ、フォトニック結晶素子の製造のスループットを高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態に係るマイクロデバイスの製造装置の構成を説明するブロック図である。



【図2】図1の装置のうち、射出プレス装置の内部構造を説明する図である。

【図3】図2の装置で用いられるディスクの構造を説明する平面図である。

【図4】(a)～(e)は、図1の装置を用いたマイクロデバイスの製造方法を説明する図である。

【図5】(a)～(e)は、図1の装置を用いたマイクロデバイスの製造方法を説明する図である。

【図6】第2実施形態によって得たマイクロデバイスの構造を説明する図である。

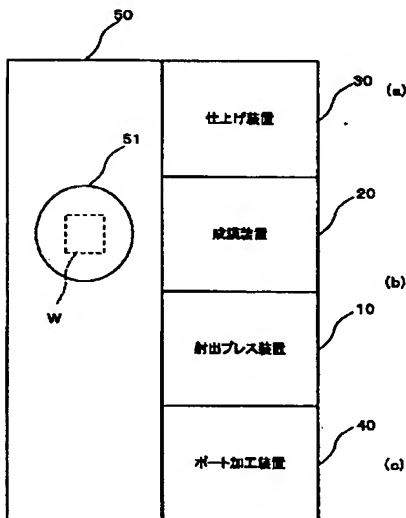
【図7】第3実施形態によって得たマイクロデバイスの構造を説明する図である。

【図8】第4実施形態によって得たマイクロデバイスの構造を説明する図である。

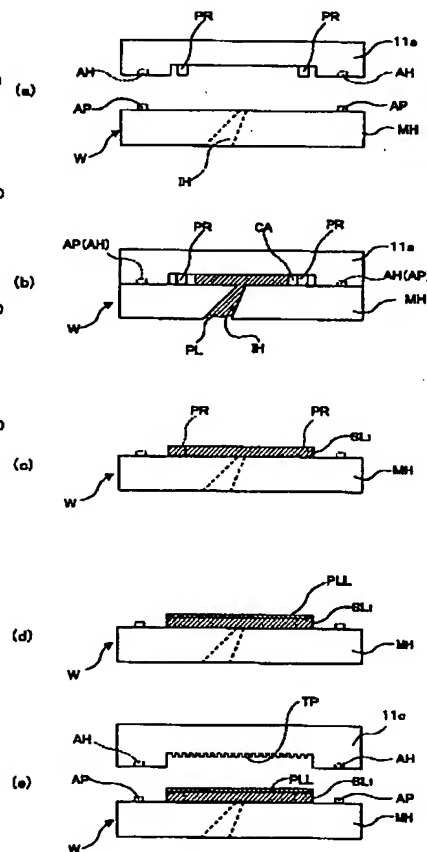
【符号の説明】  
10 射出プレス装置

11 ディスク  
11a～11c 金型部分  
14 第1射出装置  
15 第2射出装置  
20 成膜装置  
30 仕上げ装置  
40 ポート加工装置  
50 搬送装置  
51 搬送ロボット  
MD マイクロデバイス  
PDL フォトニックデバイス層  
PLL 樹脂層  
SL1 下側支持層  
SL2 上側支持層  
TP 転写パターン  
W ワーク

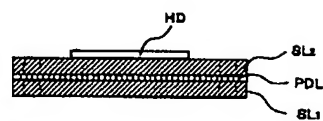
【図1】



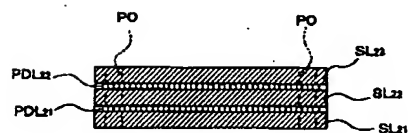
【図4】



【図8】

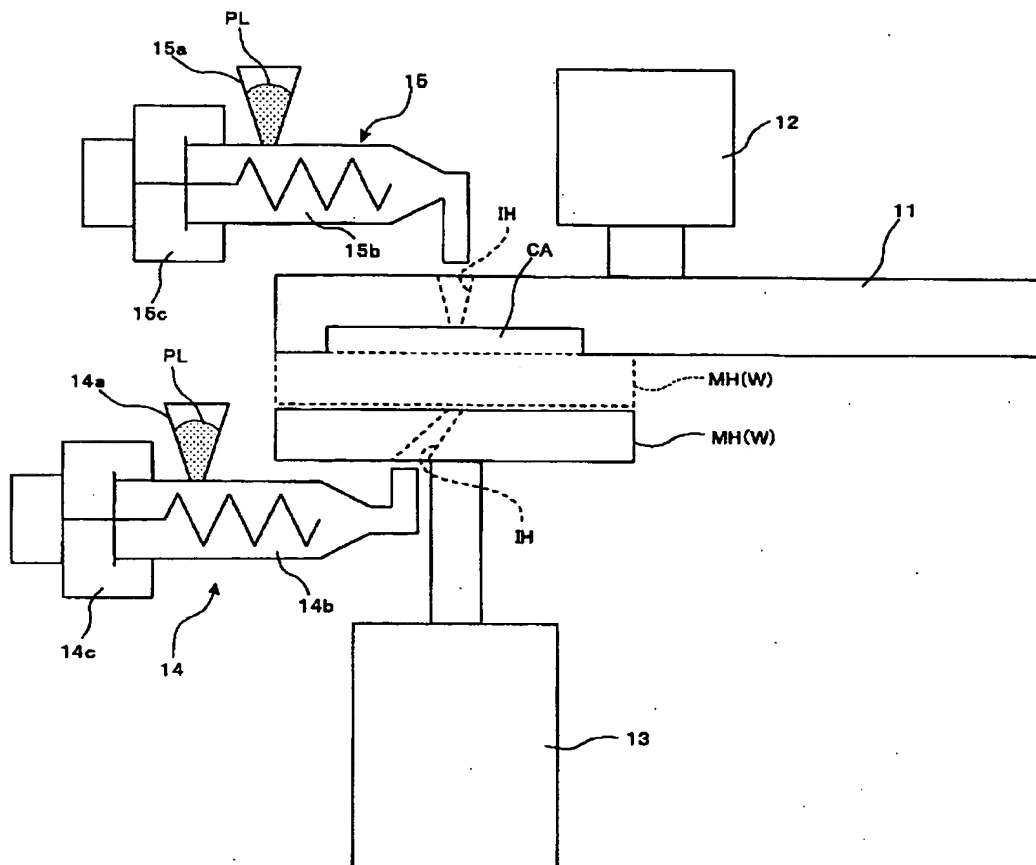


【図6】

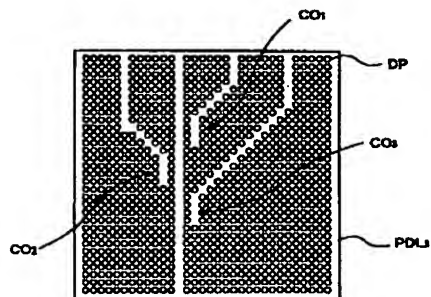




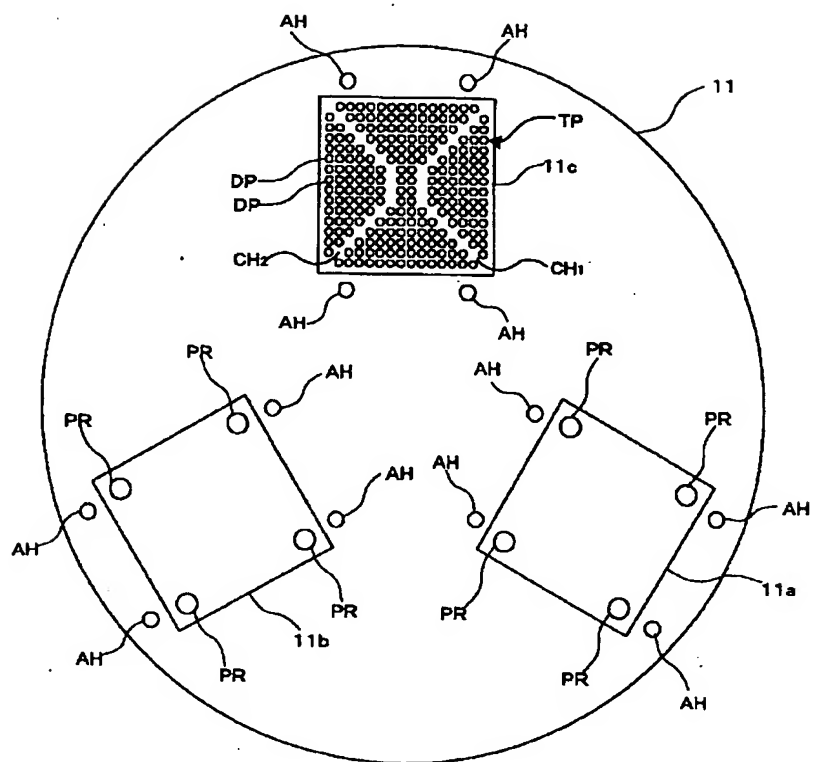
【図2】



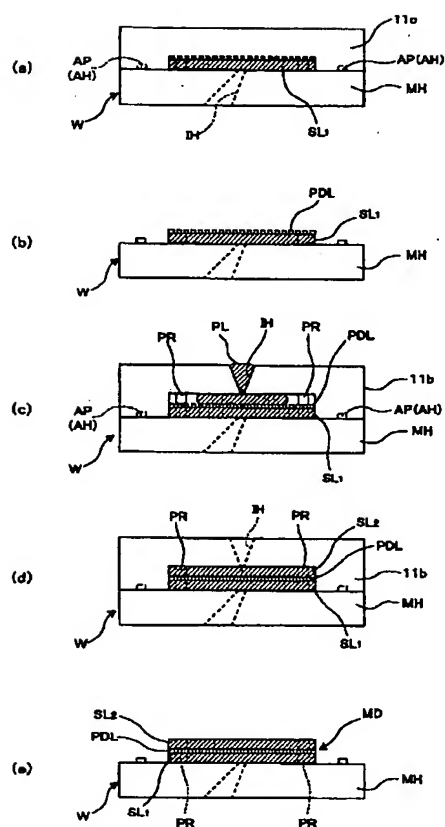
【図7】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I  
G 0 2 B 6/12

ターミナル (参考)  
N